



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00305**

(22) Data de depozit: **03.05.2012**

(41) Data publicării cererii:
29.11.2013

BOPI nr. 11/2013

(71) Solicitant:

- **VOICULESCU IONELIA**,
STR. VINTILĂ MIHĂILESCU NR.8, BL. 78, ET. 7,
AP. 44, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B. RO;
- **GEANTĂ VICTOR**, STR. IANI BUZOIANI NR. 1,
BL. 16A, AP. 32, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B. RO;
- **ȘTEFANOIU RADU**, STR. PICTOR NĚGULICI
NR. 40 ET. 3 AP. 4, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B.
RO;
- **IACOBESCU GABRIEL**, CETATEA DE BALTĂ
NR.1, BLM24, SC.1, AP.15, BUCUREȘTI, B. RO;
- **GRIGORIU CONSTANTIN**, STR. TURDA NR. 18,
BL. 37, AP. 105, SC. 5, SECTOR 1, BUCUREȘTI,
B. RO;
- **NICOLAE IONUT**, STR. ȘTEFAN NĚGULESCU
NR. 21, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B. RO;
- **DRĂGULINESCU DUMITRU**, STR. CERNĂUȚI
NR. 13, BL. A10, SC. B, AP. 79, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B. RO;
- **VIESPE CRISTIAN**, STR. DORNEASCA NR. 4,
BL. P64, SC. 3, AP. 86, SECTOR 5, BUCUREȘTI,
B. RO;
- **SIMĂ CORNELIA**, STR. LUICA NR. 23, BL. M1,
AP. 8, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B. RO;
- **FUGARU VIOREL**, STR. PĂRIS NR. 51, AP. 2,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B. RO;
- **MANEA SIMONA-EUGENIA**, STR. BALTAGULUI
NR. 15, AP. 7, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B. RO;
- **DAISA DANA DANIELA**, STR. LONEA NR. 52,
ET. 1, AP. 2, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B. RO

(72) Inventatori:

- **VOICULESCU IONELIA**,
STR. VINTILĂ MIHĂILESCU NR.8, BL. 78, ET. 7,
AP. 44, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B. RO;
- **GEANTĂ VICTOR**, STR. IANI BUZOIANI NR. 1,
BL. 16A, AP. 32, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B. RO;
- **ȘTEFANOIU RADU**,
STR. PICTOR ION NĚGULICI NR.40, ET.3, AP.4,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B. RO;
- **IACOBESCU GABRIEL**,
STR. CETATEA DE BALTĂ NR. 1, BL.M24, SC. 1,
AP. 15, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B. RO;
- **GRIGORIU CONSTANTIN**, STR. TURDA NR. 18,
BL. 34, AP. 105, SC. 5, SECTOR 1, BUCUREȘTI,
B. RO;
- **NICOLAE IONUT**, STR. ȘTEFAN NĚGULESCU
NR. 21, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B. RO;
- **DRĂGULINESCU DUMITRU**, STR. CERNĂUȚI
NR. 13, BL. A10, SC. B, AP. 79, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B. RO;
- **VIESPE CRISTIAN**, STR. DORNEASCA NR. 4,
BL. P64, SC. 3, AP. 86, SECTOR 5, BUCUREȘTI,
B. RO;
- **SIMĂ CORNELIA**, STR. LUICA NR. 23, BL. M1,
AP. 8, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B. RO;
- **FUGARU VIOREL**, STR. PĂRIS NR. 51, AP. 2,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B. RO;
- **MANEA SIMONA-EUGENIA**, STR. BALTAGULUI
NR. 15, AP. 7, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B. RO;
- **DAISA DANA DANIELA**, STR. LONEA NR. 52,
ET. 1, AP. 2, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B. RO

(54)

INSTALAȚIE AUTOMATIZATĂ DE SUDARE CU FASCICUL LASER A ȚAPSULELOR RADIOACTIVE PENTRU MEDICINĂ NUCLEARĂ ȘI PROCEDEU DE UTILIZARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație automatizată de sudare cu fascicul laser, și la un procedeu de utilizare a acesteia, destinate etanșării capsulelor cu conținut radioactiv, utilizate atât în cabinetele de radioterapie, pentru tratamentul tumorilor maligne, care folosesc surse radioactive de Co-60, Ir-192, I-125 sau Y-90, cât și pentru aplicații industriale în unități de gammagrafie industrială, control nedistructiv și monitorizarea proceselor industriale care utilizează surse radioactive γ emițătoare de Ir-192, Co-60, Se-75 sau Cs-137. Instalația conform invenției este constituită dintr-o sursă (1) laser, un cap (2) de sudare conectat la sursa (1) laser printr-o fibră (3) optică, o cameră (4) de luat vederi, un sistem (5) de poziționare, o unitate (6) de comandă și control, prevăzută cu un joystick (7) cu ajutorul căruia se manipulează capsula (8) radioactivă în interiorul camerei (9) fierbinți. Procedeu conform invenției începe cu o curățare a capsulei (8) prin imersarea acesteia, timp de 30 min, într-o cuvă supusă ultrasunetelor, care conține mai întâi o soluție de acetona, apoi o soluție de propanol sau etanol, urmată de introducerea capsulei (8) în interiorul camerei (9) fierbinți, folosind un joystick (7), și fixarea acesteia în sistemul (5) de poziționare al instalației de sudare unde are loc sudarea propriu-zisă, fără material de adaos, prin topirea controlată a margi-

nilor corpului și a capacului capsulei, sursa (1) laser folosind o energie $E = 1,66...2$ J, o putere de vârf $P_v = 1...1,2$ kW, o durată puls laser $t = 2,5$ ms, o putere medie $P_m = 33,1...40$ W, cu frecvența pulsurilor laser $f = 20$ kHz, și un număr total de pulsuri în secvența laser $N_p = 104$, la o viteză de rotație a capsulei (8) de $V_r = 0,2$ rot/s.

Revendicări: 2

Figuri: 4

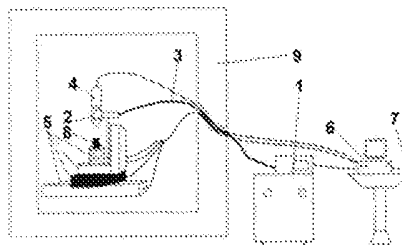


Fig. 3

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



DESCRIEREA INVENȚIEI

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2012 00305
Data depozit	03-05-2012

Invenția se referă la o instalație automatizată de sudare cu fascicul laser și la un procedeu de utilizare a acesteia destinate etanșării capsulelor pentru sursele radioactive închise utilizate atât în domeniul medical în cadrul cabinetelor de radioterapie din unitățile de medicina nucleară destinate tratamentului tumorilor maligne care folosesc surse radioactive de Co-60, Ir-192, I-125 sau Y-90 cat si pentru aplicatii industriale în unitati de gammagrafie industrială, control nedistructiv și monitorizarea proceselor industriale care utilizează surse radioactive gamma emitatoare de Ir-192, Co-60, Se-75 sau Cs-137. În medicina nucleară sursele de radiații nucleare, constituite din cantități de material radioactiv bine dozate, sunt închise prin sudare în capsule protectoare realizate din oțel inoxidabil austenitic bio-compatibil, care trebuie să prezinte o rezistență mecanică suficientă pentru a asigura etanșeitatea sursei de radiații nucleare.

Un exemplu de utilizare a surselor radioactive în cadrul medicinei nucleare este acela al incapsulării materialului radioactiv I-125 în capsule etanșe pentru tratamente de brahiterapie. În cazul acestor surse materialul radioactiv este adsorbit pe o matrice ceramică incapsulată într-o teacă de titan cu grosime de 150 μm . I-125 este radioizotop ce emite radiații de energie joasă în domeniul razelor X și are un timp de înjumătățire relativ mic, ceea ce permite distrugerea prin iradiere a țesutului malign și evitarea efectelor daunatoare ale iradierii produse țesutului sănătos adiacent [Michael T. Gillin. Calibration of a liquid I-125 source in a syringe. Journal of applied clinical medical physics, Volume 3, Number 3, Summer 2002, p.218-220].

În medicină sunt utilizate numeroase tipuri de capsule având forme și dimensiuni adaptate scopului urmărit, care conțin diferite surse radioactive cu rol complex în diagnosticul, prognosticul și tratamentul unor afecțiuni medicale [Oz Cabiri, Benad Goldwasser, Boris Degtiar. Capsule for use in small intestine. US Patent, no. 2007/0244359 A1; Xingwu Wang, Howard J Greenwald, Robert D. Gundersman. Medical device with low magnetic susceptibility. US Patent, no. 2005/0079132 A1].

Este cunoscut un tip de capsulă (fig. 1) pentru surse radioactive utilizate în medicina nucleară, propuse pentru a fi etansate prin sudare cu fascicul laser [Sudarea cu laser a capsulelor pentru surse radioactive – LASERCAP. Contract PNCD II 71-132 / 2007 - UPB – CNMP].

Capsula se compune din două componente executate din oțel inoxidabil, corpul - a și capacul - b, la interiorul căreia se află sursa radioactivă. Uzual, capsula are un diametru de 1 - 30 mm, cu lungimi între 5 - 80 mm. Închiderea permanentă și etanșă a capacului față de corpul capsulei se realizează prin sudare cu diverse procedee, cordonul de sudură

având forma unei coroane circulare cu lățime, pătrundere, supraînălțare și diametru stabilit prin tehnologia de sudare, alese în funcție de dimensiunile capsulei (fig. 2).

Sunt cunoscute mai multe procedee și tehnologii de realizare a unor asemenea suduri, aplicabile pentru instrumente medicale de mare precizie, cum ar fi: sudarea WIG, sudarea cu microplasmă, sudarea cu fascicul de electroni, sudarea cu laser, fiecare dintre acestea cu avantaje și dezavantaje [Sudarea cu laser a capsulelor pentru surse radioactive – LASERCAP. Contract PNCD II 71-132 / 2007 - UPB – CNMP; I., Voiculescu, O., Dontu, D., Besnea, V., Geanta, I., Avarvarei, R., Ciobanu, Laser Microwelding of Radioactive Microcapsules Made of High-Alloyed Steel, 2010 11th International Conference on Mechanical Engineering, Robotics and Aerospace, ICMERA 2010, 2-4 dec. 2010, p. 105-109, ISBN: 978-1-4244-8867-4; Voiculescu, I., Dontu, O., Besnea, D., Geantă, V., Avarvarei, I., Ciobanu, R. Laser Microwelding of Radioactive Microcapsules Made of High-Alloyed Steel. ICMERA 2010, Bucharest Romania, 2010, IEEE Catalog Number: CFP1057L-PRT, ISBN: 978-1-4244-8867-4, p.105-109; Folkhard, E. Welding Metallurgy of Stainless Steels, Editura Springer-Verlag, Wien 1988; Harish Kumar, P. Ganesh, B.Tirumala Rao, et. Col – Laser Welding of 3 mm Thick Laser Cut AISI 304 Stainless Steel Sheet, Journal of Materials Engineering and Performance, Vol.15(1), Febr. 2006 – 23].

Cele mai ieftine instalații de sudare utilizate pentru etanșarea celor două componente ale capsulei radioactive (capacul și corpul) sunt cele cu arc electric în mediu protector de argon. Dezavantajul principal al acestui procedeu este acela că nu permite controlul riguros și dozarea precisă a energiei termice introduse în zona de sudare, fapt care afectează precizia de topire a zonei de etanșare a capsulei, gradul de disipare a căldurii în corpul metalic, cu afectarea materialului radioactiv plasat în interiorul acesteia.

Un dezavantaj major care apare la sudare este deformarea capsulei (datorită supraîncălzirii, scurgerilor de metal topit, pătrunderii excesive sau străpungerii peretelui), aceasta nemaiputând fi introdusă în tija port-sursă. În consecință, capsula sudată conținând sursa radioactivă nu mai poate fi utilizată, fapt care generează atât rebutarea produsului, cât și producerea de deșeuri radioactive, a căror tratare este costisitoare [I. Teoreanu, N., Deneanu, M., Dulamă. Matrici liante pentru condiționarea deșeurilor radioactive organice, Revista Romana de Materiale, 2010, 40 (2), 112-121]. Rata de rebuturi prin utilizarea procedurii de sudare cu arcul electric în mediu de argon este de aproximativ 40%.

Pe plan internațional, procedeul de sudare cu arc electric a fost înlocuit treptat cu procedeul de sudare cu laser, care permite reducerea aproape totală a numărului surselor închise declarate necorespunzătoare în urma testului de etanșeitate, ceea ce are efecte pozitive atât asupra costurilor dar și asupra protecției mediului, prin reducerea cantității de deșeuri radioactive.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea operației de sudare a elementelor de închidere cu etanșare a capsulelor ce conțin pastile din material

radioactiv cu ajutorul unei **instalații automatizate de sudare cu fascicul laser**, care reprezintă o soluție optimă de realizare a etanșării prin sudare a capsulelor pentru surse radioactive prin aceea că elimină dezavantajele care apar la sudarea cu arc electric în mediu de argon și asigură obținerea unei îmbinări sudate de calitate (geometrie corectă, topire uniformă a zonei de asamblare și pătrundere controlată a băii de metal topit), simultan cu obținerea unei zone afectate de căldură minime și implicit a unor deformări reduse ale capsulei, procedura de lucru neimplicând contact fizic al operatorului cu piesa ce urmează a fi sudată. De asemenea, rata de rebuturi este redusă considerabil, până la sub 0,5%, aceasta fiind datorată modului de prelucrare a interstițiului dintre corpul și capacul capsulei.

Condițiile de calitate prevăd ca respectivele capsule pentru surse radioactive să fie sudate în condiții de maximă securitate, în incinte vidate sau cu atmosferă controlată. Sudarea cu laser permite accesul precis la locul de sudare și realizarea unor suduri fără discontinuități, în spații securizate, iar controlul și comanda operațiilor de pregătire și sudare pot fi realizate utilizând sisteme automatizate.

Instalația automatizată de sudare cu fascicul laser a capsulelor radioactive (fig. 3), conform invenției, are în componență următoarele subsisteme: sursa laser (1), capul de sudare (2) conectat la sursa laser prin fibra optică (3), camera de luat vederi (4), sistemul de poziționare (5), unitatea de comandă și control (6) prevăzută cu soft special conceput pentru manipularea cu ajutorul unui joy-stick (7) a capsulelor radioactive (8) din exteriorul camerei de lucru (9), denumită în continuare camera fierbinte.

Procedeul de utilizare a instalației este caracterizat prin aceea că sudarea se realizează prin deplasarea mecanizată a componentelor fixate în dispozitivul de rotire și poziționare comandat de computer, expunând succesiv zona de îmbinat sub fasciculul laser [I. Voiculescu, O. Dontu, V. Geanta, D. Besnea, E. Stanciu, *Effects of the laser welding parameters on the weld geometry and evaporation, Proceedings of International Conference on Technology and Quality for Sustained Development – TQSD 08, București, 2008, Published by Academy of Technical Sciences of Romania Publishing House, ISSN 1844-9158, p. 376 – 378*].

Sudarea se efectuează fără material de adaos, prin topirea împreună a marginilor componentelor care fac parte din ansamblul capsulei (corp cilindric și capac), acestea fiind realizate din același material, respectiv oțel inoxidabil austenitic. Asigurarea calității corespunzătoare a sudurii și evitarea contaminării cu elemente chimice nedorite depind de gradul de curățire a suprafețelor înainte de sudare, recomandându-se curățirea prin imersie a componentelor capsulei cu maxim 30 minute înainte de sudare în cuva cu

ultrasunete, mai întâi cu soluție de acetonă, apoi soluție de propanol sau etanol, timp de înca 30 de minute.

Mărirea puterii medii a fasciculului și focalizarea la adâncimea de 2,5 mm sub nivelul suprafeței de sudat determina obținerea unei valori mai mari a pătrunderii cordonului. Reducerea riscului de fisurare superficială cauzată de răcirea foarte rapidă la sudare impune o ușoară preîncălzire prin tratare superficială cu laser defocalizat înainte de sudarea propriu-zisă.

Alegerea valorilor parametrilor de sudare se urmărește asigurarea unei suprapunerii optime a spoturilor consecutive generate de fasciculul laser, dar și o topire corespunzătoare a marginilor componentelor capsulei (corp și capac) cu realizarea cordonului circular de sudare (fig. 4). Valorile optime care au permis obținerea unor suduri cu caracteristici corespunzătoare sunt: Energia de puls laser $E = 1,66 - 2 \text{ J}$; Puterea de vârf $P_v = 1 - 1,2 \text{ kW}$; Durata puls laser $t = 2,5 \text{ msec}$; Puterea medie $P_m = 33,1 - 40 \text{ W}$; Frecvența pulsurilor laser $f = 20 \text{ kHz}$; Numărul total de pulsuri în secvența laser $N_p = 104$; Viteza de rotație a capsulei $V_r = 0,2 \text{ rot/sec}$.

Avantajele instalației descrisă în cadrul prezentului brevet de invenție constau în:

- obținerea unei îmbinări sudate de calitate (geometrie corectă, topire uniformă a zonei de asamblare și pătrundere controlată a băii de metal topit), simultan cu formarea unei zone afectate de căldură minime, care nu alterează materialul radioactiv și nu determină deformarea capsulei;
- monitorizarea în timp real a procesului de sudare, înregistrarea datelor de proces și vizualizarea și comanda cu precizie a operațiilor de poziționare și sudare a capsulelor radioactive din exteriorul camerei fierbinți, fără contact fizic cu piesa sudată;
- coerența fasciculul laser care emite unde de frecvență constantă cu același defazaj; acesta se propaga pe un unghi solid foarte redus, este monocromatic, are o singură culoare spectrală și se caracterizează prin densitate de putere foarte mare, în jur de 10^9 W/cm^2 ;
- focalizarea spotului la dimensiuni de ordinul micronilor permite obținerea unei densități mari de energie și apariția unor zone afectate termic reduse;
- obținerea, în cazul unor lucrări de mare precizie (micro-suduri), a unor cordoane de sudură cu geometrie prestabilită (fig. 4);

- realizarea posibilă și a unor suduri fără material de adaos, în condiții de automatizare completa a operațiilor, cu asigurarea securității operatorului și a mediului față de contaminarea cu radiații luminoase sau emisii radioactive;
- protecția sistemului optic, evitarea formării de stropi și a contaminării zonei de sudare cu impurități, prin faptul că nu este necesar contact direct cu materialul de sudat.

Avantajele procedurii de utilizare a instalației, de conducere și control a parametrilor de lucru propus în cadrul prezentului brevet de invenție și integrat într-o instalație automatizată de sudare cu fascicul laser a capsulelor radioactive sunt următoarele:

- procedeul reprezintă o aplicație utilizată, de regulă, în domeniul sudării de precizie cu putere specifică și energie concentrată, pentru componente cu dimensiuni reduse, la care dozarea cantității de energie este esențială desfășurării în condiții optime a procesului;
- sudarea se efectuează fără material de adaos, prin topirea extremităților (marginilor) componentelor care fac parte din ansamblul capsula, respectiv corpul cilindric și capac;
- vizualizarea și poziționarea piesei de sudat în focarul obiectivului de focalizare (prin ajustarea de către operator a poziției pe axa Z până în momentul obținerii unei imagini clare pe monitor);
- poziționarea pe axa intersticiului de îmbinare în raport cu axa spotului laser (prin ajustarea poziției piesei pe axele XY), urmărindu-se încadrarea zonei de interes în reticulul electronic (poziția reticulului fiind setată în prealabil astfel încât să coincidă cu poziția spotului laser).

Se dă în continuare un **exemplu de realizare** a invenției în legătură cu fig. 1, 2, 3 și 4 care reprezintă: capsulă pentru surse radioactive utilizate în medicina nucleară (fig. 1) compusă din corp (a) și cap (b), detaliu al secțiunii zonei de îmbinare al corpului și capacului capsulei (fig. 2), schema bloc a modelului funcțional al sistemului pentru sudare cu fascicul laser (fig. 3) și cordonul de sudură al capsulei cu material radioactiv executat cu instalația automatizată de sudare cu fascicul laser (fig. 4).

Pe baza schemei bloc se prezintă modelul funcțional al sistemului automat pentru sudare cu fascicul laser care este constituit dintr-o sursă laser (1) de tipul Nd: YAG care emite un fascicul laser cu lungimea de undă de $1,06 \mu\text{m}$ fiind condus la locul de sudare a capsulei, aflat în interiorul camerei fierbinți, cu ajutorul unei fibre optice (3) cuplată la sursa

laser (1) și capul de sudare (2) printr-un sistem "plug & play", ușor de manevrat și versatil. Capul de sudare (2), care are rolul de a focaliza fasciculul laser pe interstiul de etanșare a capsulei cu material radioactiv (8), este conectat la ieșirea sursei laser (1) prin intermediul unei fibre optice (3).

Capul de sudare (2), camera de luat vederi (4) și fibra optică (3) aflate în camera fierbinte (8) sunt complet învelite într-o manta din folie de plumb, astfel încât toate componentele să fie protejate fata de expunerea îndelungată la emisii radioactive. Sistemul de poziționare (5) are 4 grade de libertate și asigură deplasarea și poziționarea capsulei conținând materialul radioactiv, manevrarea sa fiind efectuată din exteriorul camerei fierbinți (9) de către operator, cu ajutorul unui joy-stick manipulator (7). Poziția manșei joy-stick (înclinare față/spate, stânga/dreapta) este corelată cu viteza de deplasare a axelor respective. Când manșa se află în poziție neutră, viteza de deplasare este zero. Maximul vitezei de deplasare este dat de produsul dintre viteza maximă a elementului de deplasare dat (axa de translație în plan orizontal X-Y sau axa de deplasare pe axa Z - ascensionala) și o valoare numerică, setată cu ajutorul unui buton rotativ aflat tot pe joy-stick. În acest fel, operatorul poate manevra piesa fixată pe sistemul de poziționare într-un domeniu continuu de viteze, cu o precizie ajustabilă, prin micșorarea dorită a vitezei. Poziția piesei este vizualizată în timp real prin intermediul camerei de luat vederi (4), imaginile fiind afișate pe monitorul calculatorului.

Unitatea de comandă și control cu soft specializat (6) oferă operatorului maxim de ergonomicitate în procesul de adaptare a parametrilor sistemului de poziționare la dimensiunile piesei, prin utilizarea manșei și a camerei video. Odată definiți parametrii sistemului de poziționare, controlul procesului de sudare devine complet automatizat, intervenția operatorului fiind necesară doar pentru pornirea și oprirea procesului, pentru extragerea piesei sudate și pentru introducerea unei piese noi în locul pentru sudare. Operatorul încadrează poziția spotului laser cu ajutorul firelor reticulare, după care piesa este adusă în poziția de lucru prin manipularea manșei joy-stick.

Revendicări

1. **Instalație automatizată de sudare cu fascicul laser a capsulelor radioactive pentru medicina nucleară**, caracterizată prin aceea că are în componență o sursa (1) laser, un cap (2) de sudare conectat la sursa laser printr-o fibra (3) optică, o camera de luat vederi (4), un sistem (5) de poziționare, o unitate (6) de comandă și control prevăzută cu soft special conceput pentru manipularea cu ajutorul unui joy-stick (7) a capsulelor (8) radioactive din exteriorul camerei (9) fierbinți;

2. **Procedeu de utilizare a instalației de sudare** cu fascicul laser care folosește o energie a sursei (1) de puls laser $E = 1,66...2$ J, o putere de vârf $P_v = 1...1,2$ kW, o durată puls laser $t = 2,5$ msec., o putere medie $P_m = 33,1...40$ W cu frecvența pulsurilor laser $f = 20$ kHz, numărul total de pulsuri în secvența laser $N_p = 104$ la o viteză de rotație a capsulei $V_r = 0,2$ rot/sec. este caracterizat prin aceea că începe cu o curățire a capsulei (8) prin imersarea acesteia, timp de 30 min, într-o cuvă supusă ultrasunetelor conținând mai întâi o soluție de acetonă apoi o soluție de propanol sau etanol, urmată de introducerea capsulei (8) în interiorul camerei (9) fierbinți cu ajutorul unui joy-stik (7) și fixarea acesteia în sistemul (5) de poziționare al instalației de sudare unde se realizează sudarea propriu-zisă prin deplasarea mecanizată a componentelor capsulei (8), respectiv a corpului și a capacului acesteia, expunând succesiv zona de îmbinat sub fasciculul laser, sudarea efectuându-se fără material de adaos, prin topirea împreună a marginilor componentelor care fac parte din ansamblul capsulei (corp cilindric și capac), acestea fiind realizate din același material, respectiv oțel inoxidabil austenitic, cu valori optime ale parametrilor de sudare pentru asigurarea unei suprapunerii optime a spoturilor consecutive generate de fasciculul laser, dar și o topire corespunzătoare a marginilor componentelor capsulei (corp și capac) cu realizarea cordonului circular de sudare.

DESENE EXPLICATIVE

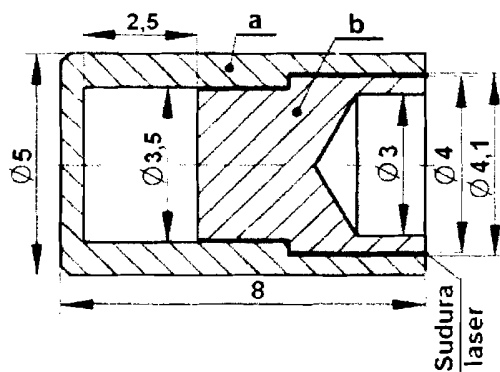


Fig. 1. Capsulă pentru surse radioactive:
a – corpul capsulei; b – capul capsulei.

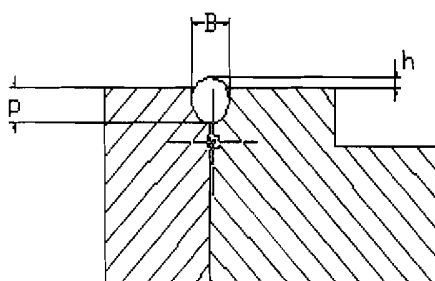


Fig. 2. Detaliu al secțiunii zonei de îmbinare al corpului și capului
capsulei pentru surse radioactive utilizate în medicina nucleară:
p – pătrundere; B – lățime sudura; h - supraînălțare.

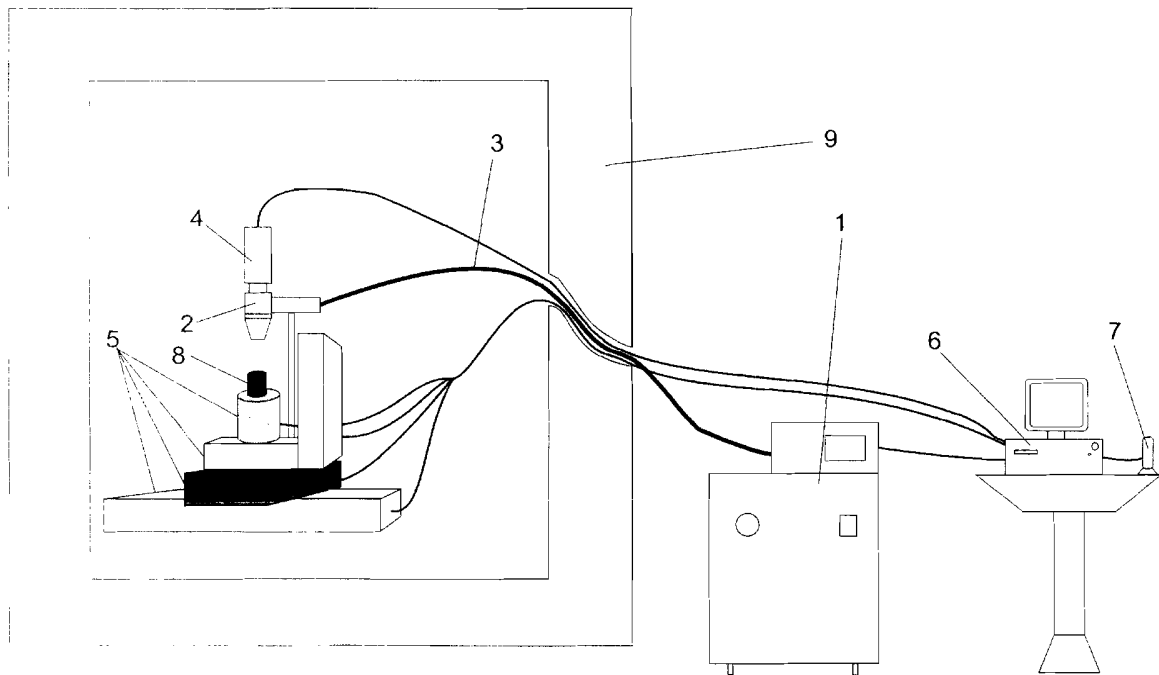


Fig. 3. Schema bloc a modelului funcțional al sistemului pentru sudare
cu fascicul laser:

1 – sursa laser; 2 - capul de sudare; 3 - fibră optică; 4 - camera de luat vederi;
5 - sistem de poziționare; 6 - unitate de comandă și control cu soft specializat;
7 - joy-stick manipulator; 8 – capsula cu material radioactiv; 9 - camera fierbine.

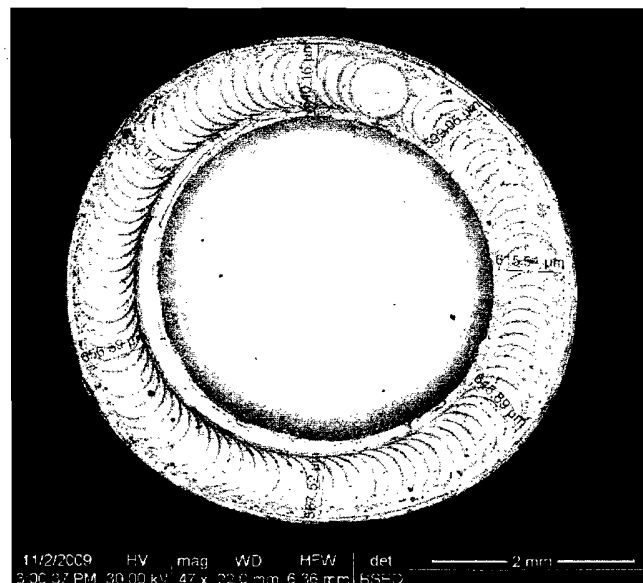


Fig. 4. Aspectul cordonului de sudură al capsulei cu material radioactiv executat
cu instalația automatizată de sudare cu fascicul laser.